MỘT SỐ VẤN ĐỀ VỀ THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG ĐẬP BÊ TÔNG ĐẦM LĂN Ở VIỆT NAM

GS. TS. Nguyễn Chiến, Đại học Thủy Lợi

Tóm tắt: *Xây dựng đập bê tông đầm lăn (RCC) đang diễn ra với tốc độ nhanh ở nước ta trong khoảng 10 năm qua. Với thời gian này, chúng ta đã tích lũy được nhiều kinh nghiệm về khảo sát, thiết kế, tổ chức thi công và quản lý an toàn đập. Tuy nhiên vẫn còn nhiều vấn đề tồn tại cần được phân tích, nghiên cứu sâu hơn để có giải pháp xử lý phù hợp với các điều kiện xây dựng ở Việt Nam. Trong bài này đề cập đến một số vấn đề như chống thấm qua thân và nền đập, nứt và ảnh hưởng của vết nứt trong khối trong khối RCC, chống rò nước qua khe co giãn ở đập RCC.*

1. Đặt vấn đề

Công nghệ xây dựng đập bê tông bằng phương pháp đầm lăn (Roller Compacted Concrete - RCC) đã được ứng dụng phổ biến trên thế giới trong hơn 30 năm qua. Những ưu điểm cơ bản nhất của công nghệ này là:

- Sử dụng ít xi măng trong thành phần vữa bê tông, nên hạn chế được lượng nhiệt tỏa ra trong quá trình ngưng kết bê tông, do đó cho phép tăng tốc độ thi công đổ bê tông, đặc biệt có lợi cho những công trình bê tông khối lớn như đập trọng lực.

- Việc đầm chặt bê tông được thực hiện bằng phương pháp lăn ép trên mặt đổ rộng, khả năng cơ giới hóa cao, cho phép đẩy nhanh tốc độ thi công, sớm đưa công trình vào vận hành khai thác.

Do những ưu điểm nêu trên, đập bê tông đầm lăn đang được phát triển mạnh mẽ ở Việt Nam trong khoảng mười năm qua. Năm 2004, đập RCC đầu tiên ở Việt Nam là đập Plei Krông có chiều cao 71m đã được xây dựng ở tỉnh Kon Tum. Đến nay, chúng ta đã hoàn thành xây dựng 11 đập RCC, trong đó có các đập cao nhất ở Việt Nam như: đập Sơn La (138m), đập Bản Vẽ (136m), đập Đồng Nai 3 (108m)…[4].

Hình 1. Hệ thống băng tải vữa RCC đập Sơn La (năm 2008)

Hình 2. Thi công đầm lăn ở đập Bản Vẽ (tháng 11/2008)

Việc đẩy nhanh tốc độ thi công đã cho phép rút ngắn đáng kể thời gian xây dựng để sớm đưa công trình vào vận hành khai thác, mang lại hiệu quả kinh tế cao. Chẳng hạn, áp dụng công nghệ RCC cho đập Sơn La đã tạo điều kiện để đưa công trình vào vận hành sớm 2 năm so với dự kiến ban đầu, góp phần giải quyết khó khăn về nguồn điện cho sản xuất và sinh hoạt trong giai đoạn hiện nay.

Tuy nhiên, công nghệ đập RCC vẫn còn mới mẻ ở nước ta nên còn nhiều vấn đề về khảo sát, thiết kế, tổ chức thi công và quản lý khai thác đập chưa được nghiên cứu đầy đủ và khuyến cáo rõ ràng. Do vậy, ở một số đập đã xảy ra các hiện tượng bất lợi như: xuất hiện vết nứt trong bê tông, thấm nước mạnh tại mặt thượng lưu đập hay trong nền, rò nước nhiều ở các khớp nối… Việc đánh giá đầy đủ nguyên nhân, tác hại và ảnh hưởng của các hiện tượng này đối với an toàn của đập còn cần phải được tiếp tục nghiên cứu.

Phần trình bày sau đây sẽ giành cho việc phân tích một số vấn đề đang được tranh luận nhiều trong thực tế xây dựng đập RCC ở Việt Nam.

2. Một số vấn đề trong thiết kế và xây dựng đập bê tông đầm lăn ở Việt Nam

2.1. Sự xuất hiện vết nứt trong khối RCC

2.1.1. Hiện tượng nứt ở đập RCC

Vết nứt ở khối RCC trong quá trình xây dựng đã được phát hiện ở một số đập lớn như: Sơn La, Bản Chát… Kết quả khảo sát cho thấy một số đặc điểm phân bố vết nứt như sau:

- Phương của vết nứt: các vết nứt có phương thẳng đứng, kéo dài theo hướng song song với trục đập (phổ biến nhất), hoặc hướng vuông góc với trục đập (số lượng ít hơn). Không có vết nứt theo mặt nằm ngang (song song với mặt đập) [3].

- Chiều sâu vết nứt: thường không quá 6m, tính từ bề mặt khối đổ bị phơi lộ.

- Chiều rộng vết nứt: thường nhỏ hơn 1mm.

- Thời gian xuất hiện: ở các khối khác nhau, phát hiện thấy thời gian xuất hiện vết nứt sau khi bóc lộ bề mặt khối đổ RCC là rất khác nhau, có thể từ 40 ngày đến 300 ngày [3].

2.1.2. Nguyên nhân gây nứt.

Đã có rất nhiều ý kiến phấn tích nguyên nhân hình thành vết nứt ở khối RCC đập Sơn La và một số đập khác. Ý kiến chung nhất quy về tổ hợp của các nguyên nhân khác nhau, trong đó quan trọng nhất là:

a) Do chênh lệch nhiệt độ lớn giữa phần bên trong khối đổ và phần trên mặt bị bóc lộ, chịu ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường có khi xuống rất thấp, làm xuất hiện ứng suất kéo vượt quá cường độ chịu kéo của RCC khi chưa phát triển đầy đủ. Cần lưu ý rằng việc giảm hàm lượng xi măng trong RCC xuống quá thấp (như ở đập Sơn La: 60kg/m^3; đập

Bản Chát: 70kg/m^3) tuy đạt được mục đích là giảm lượng nhiệt tỏa ra trong khối RCC mới đổ nhưng cũng dẫn đến hệ quả là cường độ RCC phát triển chậm, không kịp để chống lại ứng suất kéo sinh ra do chênh lệch nhiệt độ, do đó các vết nứt xuất hiện tương đối nhiều. Ở những đập có hàm lượng xi măng cao hơn và tốc độ đổ RCC chậm hơn (như ở đập Bản Vẽ: 80kg/m^3; A Vương: 90kg/m^3) thì không phát hiện thấy vết nứt trong quá trình thi công đập.

b) Do bê tông giảm thể tích trong quá trình ngưng kết (hiện tượng co khô). Vữa bê tông có tỷ lệ N/X càng cao thì mức độ co khô càng lớn. Tuy nhiên, trong thực tế vữa RCC thường khống chế tỷ lệ N/X nhỏ, do đó ảnh hưởng của co khô chỉ là thứ yếu.

c) Do kích thước bề mặt khối quá lớn.

Kích thước bề mặt khối theo phương dọc trục đập được giới hạn bởi hai khe co giãn và được xác định trong thiết kế thông qua tính toán phân tích ứng suất nhiệt trong khối đập ở các thời kỳ khác nhau (thi công, khai thác). Khoảng cách này ở đập bê tông trọng lực trên nền đá thường lấy khoảng L = (20÷30)m tùy theo quy mô và đặc điểm của từng đập. Nếu lấy L thiên lớn thì số khe co giãn sẽ ít nhưng khả năng hình thành vết nứt ngang do chênh nhiệt và do co khô sẽ nhiều, còn lấy L thiên nhỏ thì ngược lại.

Kích thước bề mặt khối theo phương ngang trục đập được giới hạn từ mặt thượng lưu đến mặt hạ lưu, thay đổi theo từng cao trình khối đổ. Với những đập cao thì ở phần gần đáy có bề rộng khối là lớn và không thể phân nhỏ ra bằng các khe thi công được, vì điều này trái với nguyên lý công nghệ RCC.

Như vậy chỉ có thể điều chỉnh kích thước bề mặt khối thông qua khoảng cách L giữa hai khe co giãn. Ở những đập xuất hiện nhiều vết nứt dọc đập thì không thể lấy lý do là bề ngang đập quá lớn, mà phải xem xét từ các yếu tố khác như khoảng cách L giữa hai khe co giãn (ngang), hàm lượng xi măng trong vữa RCC, tỷ lệ N/X…

2.1.3. Ảnh hưởng của các vết nứt đến an toàn đập và hướng xử lý

Vết nứt làm mất tính chỉnh thể của khối đập. Tuy nhiên, về an toàn của đập thì phải xét đến các khía cạnh tác động khác nhau của khe nứt.

a) Về mặt thấm nước

- Các vết nứt thông từ thượng lưu về hạ lưu sẽ làm cho đập bị rò nước ra hạ lưu và điều này là không cho phép. Cần xử lý theo hướng bịt kín miệng nước từ phía thượng lưu, khoan thoát nước ở phần sau đó và dẫn về hành lang tập trung nước trong thân đập.

- Các vết nứt phương dọc chạm đến bờ và nền đập cũng không cho phép xảy ra, vì khi đó nước thấm từ nền và bờ sẽ tập trung vào khe nứt, làm tăng áp lực đẩy nổi và lực xô ngang về phía hạ lưu có thể làm cho đập mất ổn định (bị trượt). Cần phải xử lý không cho miệng vết nứt tiếp xúc với nền và bờ; khoan thoát nước từ vết nứt cho tập trung vào hành lang trong thân đập.

b) Về mặt gây trượt

- Các vết nứt nằm ngang là nguy hiểm nhất vì làm giảm khả năng chống cắt trên mặt ngang, tăng áp lực đẩy nổi, dẫn đến khả năng đập bị trượt theo mặt ngang bị nứt. Vì vậy các vết nứt loại này là không được phép tồn tại. Ở các đập RCC đã xây dựng thì không phát hiện thấy vết nứt loại này.

- Các vết nứt thẳng đứng theo phương từ thượng lưu về hạ lưu nếu được xử lý kín nước tốt ở mặt thượng lưu và thoát nước ở phần sau đó thì có thể chấp nhận như một khe co giãn thông thường.

- Các vết nứt thẳng đứng theo phường song song với trục đập nếu có bề rộng nhỏ và được xử lý cách ly với nền và bờ cũng như khoan thoát nước tốt thì nói chung là không ảnh hưởng đến ổn định trượt của đập.

c) Về mặt chịu lực của khối đập

Các vết nứt làm mất đi tính toàn khối của đập nên sẽ có ảnh hưởng đến trạng thái ứng suất – biến dạng của toàn đập. Tuy nhiên theo nguyên lý Xanh-Vơ năng, sự thay đổi này chỉ đáng kể trong một phạm vi nhất định xung quanh vết nứt và không tác động đến các điểm ở xa. Vì vậy, về mặt kết cấu có thể chấp nhận vết nứt trong khối nếu thỏa mãn các điều kiện sau:

- Vết nứt có chiều rộng nhỏ để các thành phần ứng suất có thể truyền qua khe nứt thông qua các hòn cốt liệu đan cài giữa hai bờ khe.

- Vết nứt đã được xử lý cách nước và thoát nước như đã nêu ở trên.

- Vết nứt nằm trong vùng ứng suất nén của khối đập (theo kết quả phân tích ứng suất biến dạng với đập toàn khối).

Trường hợp vết nứt nằm trong vùng ứng suất kéo hoặc vùng phá hoại do động đất thì cần phải xử lý để đảm bảo tính chỉnh thể và khả năng chịu ứng suất kéo của đập.

2.2. Vấn đề chống thấm qua thân đập

Vấn đề này đã được phân tích kỹ trong [2]. Tóm tắt một số điểm chính như sau:

- Trong thân đập RCC được bố trí hệ thống hành lang và ống thoát nước thấm ở gần mặt thượng lưu. Toàn bộ nước thấm từ thượng lưu đập sẽ qua hệ thống ống thu nước rồi tập trung vào hành lang để thoát về hạ lưu theo các tuyến ống đã bố trí sẵn. Không cho phép nước thấm chảy tràn trên mặt hạ lưu đập. Không có chuyện đập bê tông chống thấm bằng toàn bộ mặt cắt của nó.

- Do khoảng cách từ mặt thượng lưu đập đến vị trí ống thoát nước là nhỏ nên gradient cột nước thấm trong bê tông ở phạm vi này là rất lớn, có thể làm rửa trôi và dẫn đến phá hủy vật liệu. Vì vậy cần thiết phải quy định mác chống thấm cho phần vật liệu thân đập từ mặt thượng lưu đến tuyến hành lang, tức cần khống chế theo điều kiện: $J < J_{cp}$

trong đó J là gradient thấm thực tế xảy ra, còn J_{cp} là gradient thấm cho phép của vật liệu bê tông bố trí trong vùng chống thấm. Từ trị số J_{cp} thông qua thí nghiệm sẽ xác định được cấp phối và công nghệ đầm chặt cho bê tông vùng này.

- Để việc kiểm tra chất lượng chống thấm cho lớp bê tông gần mặt thượng lưu không ảnh hưởng đến tiến độ thi công đập RCC, trong thi công cần quy định việc kiểm soát cấp phối và công nghệ đầm chặt bê tông, còn việc khoan lấy mẫu kiểm tra cường độ chống thấm của bê tông thì thực hiện sau (khi bê tông đã đủ tuổi quy định). Những khuyết tật thi công nếu có thì có thể xử lý sau, trước khi tích nước hồ.

Hình 3. Tiết vôi do thấm vào hành lang đập Sê San 4 (tháng 4/2010)

Hình 4. Tiết vôi và nhũ đá do thấm vào hành lang đập Bản Vẽ (năm 2011)

Ở Việt Nam, các đập RCC có kết cấu "vàng bọc bạc" như Plei Krong, Định Bình thì cường độ chống thấm của lớp CVC ở mặt thượng lưu đã được kiểm soát. Còn ở các đập được thiết kế theo kiểu "chống thấm toàn mặt cắt" thì mác chống thấm cho lớp bê tông thượng lưu đã không được quy định. Điều này có thể dẫn tới những hậu quả chưa lường trước được. Vì vậy cần thiết phải quy định chặt chẽ chế độ quan trắc thấm vào hành lang trong đập để có xử lý khi cần thiết.

2.3. Về chống thấm ở nền đập

Chống thấm ở nền đập được thực hiện bằng biện pháp khoan phụt tạo màn chống thấm ở mặt thượng lưu và khoan thoát nước ở phía sau màn chống thấm. Mục đích của việc xử lý chống thấm ở nên là: 1) giảm lưu lượng thấm; 2) giảm áp lực đẩy ngược lên đáy đập; 3) giảm gradient thấm trong nền để tránh xói ngầm trong khe nứt.

Tiêu chuẩn thiết kế đập bê tông của ta hiện nay [1] không quy định giới hạn chiều sâu xử lý chống thấm ở nền, chỉ có quy định về lượng mất nước cho phép (L_u) và gradien thấm cho phép (J_{cp}) qua màn chống thấm. Từ đó người thiết kế thường suy diễn ra lượng mất nước cho phép ở đáy màn chống thấm như sau:

- Đập có H > 100 m : $q_{cp} = 1L_u$;

- 60 m <H < 100 m : $q_{cp} = 3L_u$;

- H < 60 m : $q_{cp} = 5L_u$.

Trong thực tế, giới hạn q_{cp} để xác định chiều sâu và mức độ khoan phụt chống thấm là kết quả của bài toán so sánh kinh tế - kỹ thuật trên cơ sở tài liệu địa chất nền và nhiệm vụ cụ thể của công trình.

Về mặt kỹ thuật, việc xử lý phải đạt được yêu cầu sau:

- Giảm áp lực đẩy ngược lên đáy đập để thỏa mãn điều kiện chống trượt, chống lật và cải thiện phân bố ứng suất trong thân đập (giới hạn ứng suất kéo trong phạm vi cho phép). Các yêu cầu trên được kiểm tra thông qua kết quả tính toán ổn định và phân tích ứng suất đập.

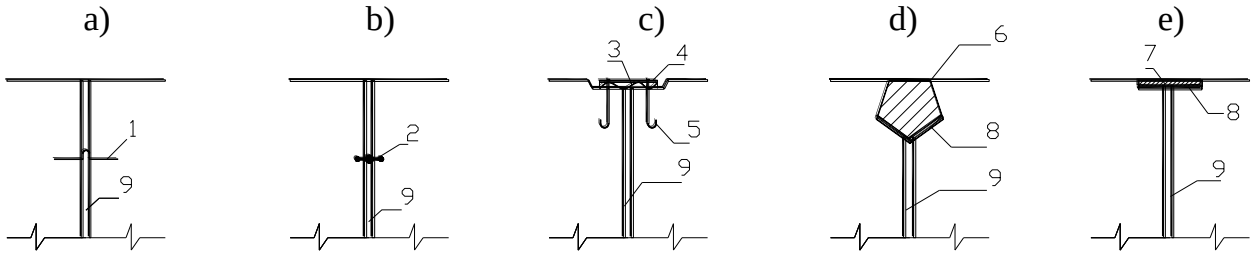
- Giảm gradient thấm trong nền để đảm bảo an toàn chống xói ngầm ở kẽ nứt trong nền đá, tức phải đảm bảo điều kiện $J < J_{cp}$. Ở đây, trị số J_{cp} phụ thuộc vào loại đá nền và đặc điểm khe nứt, rất khó để quy định chung, chỉ có thể xác định thông qua thí nghiệm (ép nước) cho từng công trình cụ thể. Như vậy trong tiêu chuẩn khảo sát địa chất nền cho những đập có chiều cao vượt quá một giới hạn quy định, cần bổ sung nội dung xác định J_{cp} để nền không bị xói rỗng do dòng thấm.

Về mặt kinh tế: cần so sánh giữa chi phí cho công tác khoan phụt chống thấm với lợi nhuận tăng thêm (do cấp nước, phát điện…) nhờ giảm được lưu lượng thấm, tăng năng lực phục vụ của hồ. Bài toán này ở nước ta trước đây chưa được đặt ra, nay cần có quy ước bổ sung để có đủ cơ sở khoa học cho việc chọn trị số q_{cp}.

2.4. Về bố trí khe co giãn ở đập

Theo chiều dài, đập được chia thành các đoạn bởi các khe co giãn. Các khe này đảm bảo cho đập không bị nứt trong quá trình thi công và khai thác, khi các đoạn đập có thể bị co giãn do thay đổi nhiệt độ, độ ẩm. Khoảng cách giữa các khe co giãn được xác định riêng cho từng đập tùy theo điều kiện môi trường, quy mô và vật liêu làm đập, trên cơ sở các kết quả phân tích trạng thái ứng suất – biến dạng của đập ở các trường hợp khác nhau, như đã nêu ở mục 2.1.2.

Tại khe co giãn cần bố trí thiết bị chắn nước ở phần gần mặt thượng lưu đập và bộ phận thu nước ở phía sau để dẫn về hành lang trong thân đập.



Hình 5. Các sơ đồ vật chắn nước cơ bản tại khe co giãn của đập bê tông trọng lực trên nền đá

a, chắn nước bằng tấm kim loại; b,c: bằng cao su hoặc chất dẻo;

d, e: bằng thanh hoặc tấm bê tông cốt thép.

1 – tấm đồng omega; 2 – cao su đúc; 3 – tấm cao su; 4 – tấm thép; 5 – bu lông; 6 – thanh bê tông cốt thép; 7 – tấm bê tông cốt thép; 8 – lớp đệm cách nước bằng asphalt; 9 – khe co giãn.

Thiết bị chắn nước có các loại chính như trên hình 5. Tùy theo cột nước tác dụng, trên mỗi khe co giãn có thể bố trí 1, 2 hay 3 tuyến chắn nước. Điều quan trọng là phải đảm bảo thi công các thiết bị chắn nước đúng theo yêu cầu thiết kế, cụ thể là:

- Đặt tấm chắn nước theo tuyến thẳng và hàn nối liên tục từ đáy lên đến đỉnh tấm;

- Kiểm soát chặt chẽ chất lượng đầm bê tông hai bên vai của tấm chắn nước để tránh thấm vòng.

Ở một số đập đã xây dựng, việc thi công và kiểm soát chất lượng thiết bị chắn nước không được tốt dẫn đến rò nước mạnh, xử lý rất khó khăn như ở đập Plei Krông (2008), Sê San 4 (2009), đặc biệt là đập Sông Tranh 2 (2012).

3. Kết luận

1) Xây dựng đập bê tông đầm lăn đang phát triển mạnh mẽ ở nước ta. Tuy nhiên, vẫn còn tồn tại những vấn đề về thiết kế và thi công cần được nghiên cứu đầy đủ hơn để đảm bảo tính an toàn và kinh tế cho công trình.

2) Vết nứt hình thành trong đập RCC là do tổng hợp của nhiều nguyên nhân, trong đó quan trọng nhất là: chênh lệch nhiệt độ giữa trong lòng và ngoài biên khối đổ, chênh lệch độ ẩm (quá trình co khô), khoảng cách giữa các khe co giãn chưa hợp lý, hàm lượng xi măng trong vữa RCC thấp làm cho tốc độ phát triển cường độ chậm… Ứng với mỗi đập, cần xuất phát từ các điều kiện cụ thể để phân tích ứng suất thân đập với các trường hợp khác nhau để xác định các thông số thiết kế hợp lý (hàm lượng xi măng, tỷ lệ N/X, khống chế nhiệt độ vữa, khoảng cách giữa các khe co giãn…) để đảm bảo cho khối RCC không bị nứt.

3) Có thể chấp nhận sự tồn tại của các vết nứt nhỏ ở vùng chịu nén của thân đập, với điều kiện vết nứt không phải là mặt nằm ngang, không thông với mặt thượng lưu, với nền và bờ; vết nứt phải được khoan thoát nước và gắn thiết bị quan trắc để kiểm soát diễn biến của nó.

4) Trong thiết kế cần quy định mác chống thấm cho lớp bê tông từ mặt thượng lưu đập đến tuyến của hành lang. Ở những đập mà trước đây chưa quy định điều này thì cần quan trắc chặt chẽ diễn biến nước thấm vào hành lang để có giải pháp xử lý khi cần thiết.

5) Việc xác định lượng mất nước cho phép khi xử lý chống thấm nền đập cần được thực hiện riêng cho từng đập trên cơ sở điều kiện địa chất, quy mô và nhiệm vụ của đập và thông qua so sánh kinh tế - kỹ thuật các phương án.

6) Khe co giãn là nơi rất dễ rò rỉ nước của thân đập. Cần thiết phải có hướng dẫn chi tiết biện pháp thi công các thiết bị chắn nước ở khe và kiểm soát chặt chẽ chất lượng thi công bộ phận này./.

Tài liệu tham khảo

[1] Bộ Thủy lợi. Thiết kế đập bê tông và bê tông cốt thép –Tiêu chuẩn thiết kế 14TCN56-88.

[2] Nguyễn Chiến. Về giải pháp chống thấm qua thân đập bê tông đầm lăn. Tạp chí KHKT Thủy lợi và Môi trường số 37 (tháng 06-2012).

[3] Công ty cổ phần Tư vấn điện 1. Công trình Thủy điện Sơn La – Báo cáo sau khi tích nước hồ chứa. Hà Nội, 05-2012.

[4] Lương Văn Đài. Tình hình xây dựng đập bê tông đầm lăn và đập đá đổ bản mặt bê tông trên thế giới và ở Việt Nam hiện nay. Tuyển tập Báo cáo khoa học kỷ niệm 45 năm thành lập khoa Công trình – Đại học Thủy lợi, tháng 11-2011.

[5] American Concrete Institute. Roller – Compacted Mass Concrete. Reported by ACI Committee, ACI 207.5R-99.